

2 霞ヶ浦とその流域の概要と水環境に関わる課題

2.1 霞ヶ浦とその流域の概要

2.1.1 霞ヶ浦流域の概要

霞ヶ浦流域は、関東平野の北東の周縁部に位置し、北から延びる八溝山地の南端部を含んでいる。流域の大半は平坦な常磐台地である。

霞ヶ浦は、茨城県の南東に位置し、流域面積は 2,157 km² あり、茨城県全体の 35% を占めている。霞ヶ浦とは、西浦、北浦、北利根川、鰐川、外浪逆浦、常陸川の総称であり、河川法上は「常陸利根川」と呼ばれている。また、日本における湖としては、琵琶湖に次ぎ第 2 位の湖面積で、湖岸線は、琵琶湖のそれを上回り、周囲 260km とわが国第 1 位の長さを誇る。

流域人口は約 100 万人(平成 12 年現在)、地域の生活、産業の基盤をなし、霞ヶ浦は流域圏の水がめとして利用されている。

表- 2.1.1.1 霞ヶ浦およびその流域の諸元¹⁾

	霞ヶ浦	備考	湖沼	牛久沼
(1)湖面積(km ²)	219.9	西浦：171.5km ² 北浦：36.2km ² 常陸利根川：12.2km ²	9.35	6.52
(2)湖岸線(km)	252	西浦：122km 北浦：75km 常陸利根川：55km	22	20
(3)平均水深(m)	4		2.1	1
(4)最大水深(m)	7		6.5	3
(5)水面標高 T.P.(m)	0.26 ~ 0.46		0.0	6.0
(6)総容積(億 m ³)	8.5	湖底面 Y.P.-3m ~ 平均水位 Y.P.1.0m 時の水量	0.2	0.065
(7)年間平均降水量(mm)	1,289	年間平均降水量は S12 ~ H8 年の平均である	-	-
(8)年間総流入量(億 m ³)	約 14		-	約 1.4
(9)平均滞留日数(日)	約 200		50	17
(10)流域面積(km ²)	2,157		430	148
(11)環境基準類型指定	湖沼 A		湖沼 B	湖沼 B
(12)水質(COD)(mg/l)	7.9	環境基準点 8 地点	6.6	7.8
(13)流域人口(千人)	970	H12 年現在	海跡湖	堰止湖
(14)湖沼の成因	海跡湖		海跡湖	堰止湖
(15)湖沼型等	不栄養湖、 淡水		不栄養 湖、汽水	不栄養 湖、淡水

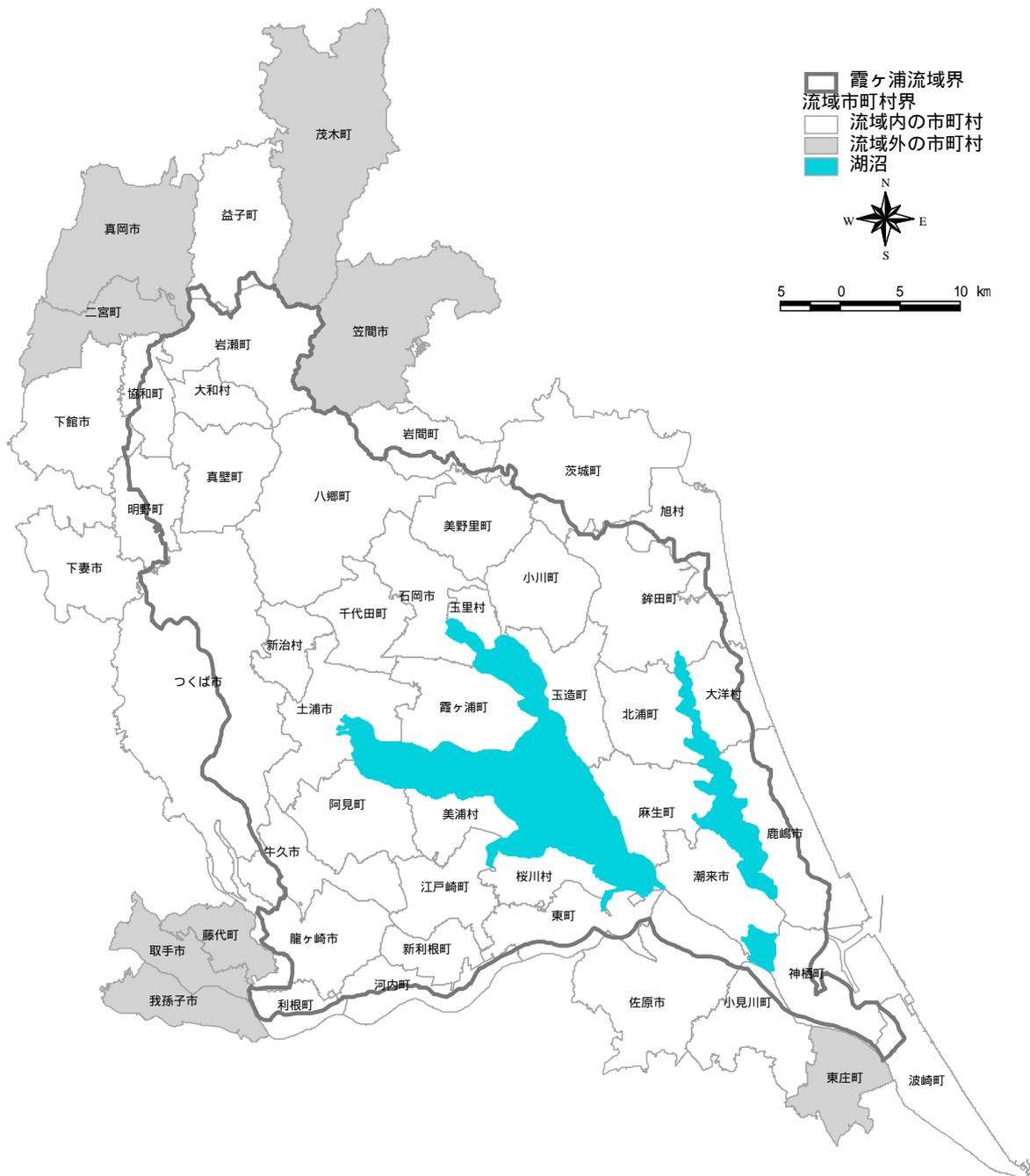


図- 2.1.1.1 霞ヶ浦流域

2.1.2 流域の社会状況

霞ヶ浦流域の人口は約 100 万人で、約 30 年の間に 1.5 倍に増え、現在も増加が続いている。人口密度は平均 1 km² あたり 430 人と、首都圏では比較的低密度である。

人口の急激な増加は東京に近い千葉県寄りの常磐線沿線ではじまり、やがて北に伸びて石岡付近にまで達した。鹿島臨海工業地域や筑波研究学園都市の熟成にともなう工場・事業所の増加は、サービス産業をも増加させ、周辺地域の人口を増加させた。

霞ヶ浦の低地や台地には水田・畑などの田園風景が広がっているが、近年筑波学園都市や鹿島臨海工業地帯などの整備が進み、新たな都市の核が形成された。また常磐自動車道やつくばエクスプレスの開通により、東京都との距離が短縮され、流域構成はよりいっそう大きく変わりつつある。

茨城県は、農業の盛んな地域で、農業粗生産額は北海道と千葉県について第 3 位である。県内の農地は平地の多い霞ヶ浦流域に集中している。県南・県西地域の農地では、降水量が少ないこともあり、農業用水をはじめとする基盤整備が進められてきた。

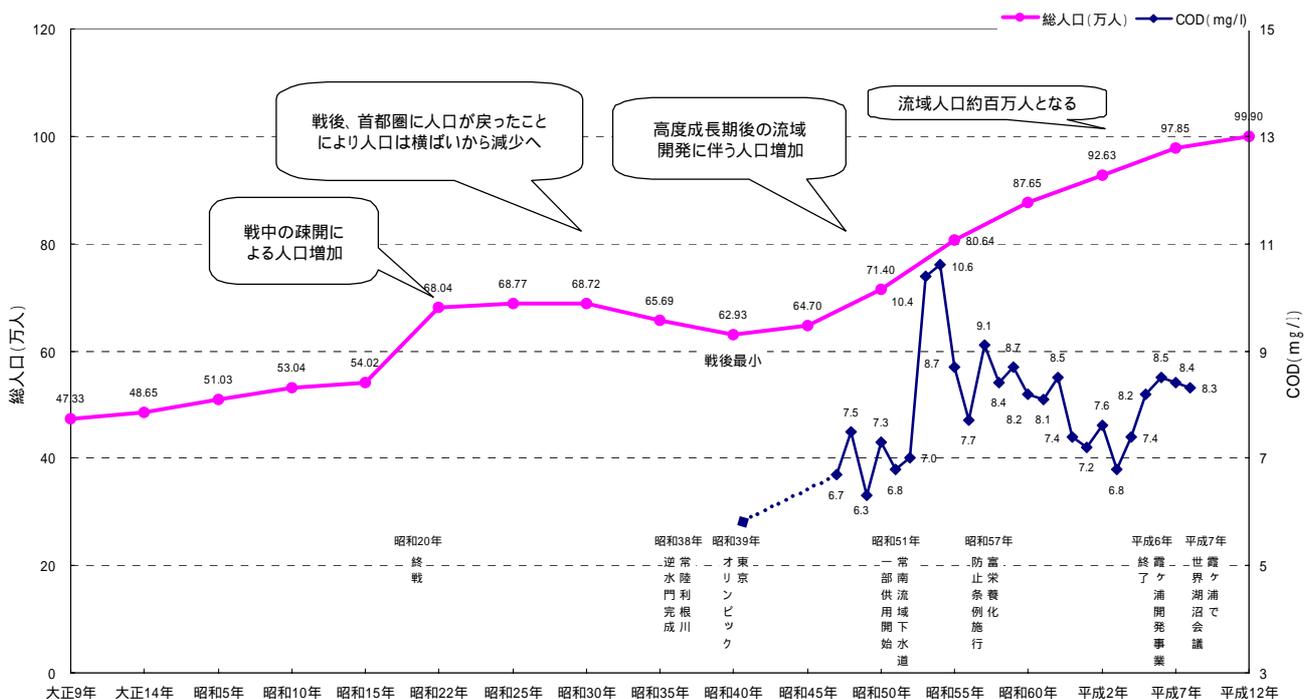


図- 2.1.2.1 霞ヶ浦流域人口と霞ヶ浦全水域平均 COD の経年変化^{2), 3)}

2.1.3 流域の地象

霞ヶ浦はかつて大きな入江で、湖水がたまる陸の凹地の形をしている湖盆であった。水深は浅く、平均で4m、最深部でも7m程度である。霞ヶ浦の湖盆は標高25~50mの平坦な低い台地に囲まれており、北西に筑波山(標高876m)が位置する。この台地をつくる地層は、今からおよそ7~13万年前、最終間氷期に浅い海(一部は川沿い)に堆積した土砂からできている。流域表面を構成する土壌は、黒ボク土を中心に褐色森林土、グライ土、泥炭土等が混入する構成となっている。

霞ヶ浦の湖盆は上流から運ばれた土砂が平野で、かつ海に近いところに集まり、浅くて複雑な形をしているため、霞ヶ浦は陸の影響を受けやすい湖である。霞ヶ浦の周辺に多い、蓮田がつくられる泥深い低湿地は、地質の上では氷期に河川が削り込んだ谷を、縄文海進時に海水が入り、その後の海退にかけて、上流からの土砂で埋め立てられてできた地形であると考えられる。

霞ヶ浦が台地を刻む川の合流点を中心に広がり、湖盆の形は大きなY字型となっている。

今この台地は霞ヶ浦に流れ込む河川(北西から園部川、恋瀬川など、南西から小野川など)に刻まれ、霞ヶ浦東部と北浦にはさまれた行方台地、恋瀬川と桜川との間の新治台地、桜川より南側の稲敷台地などに分断されている。園部川・恋瀬川の谷筋は、それぞれ高浜入り、土浦入りと呼ばれる湾入部となっている。

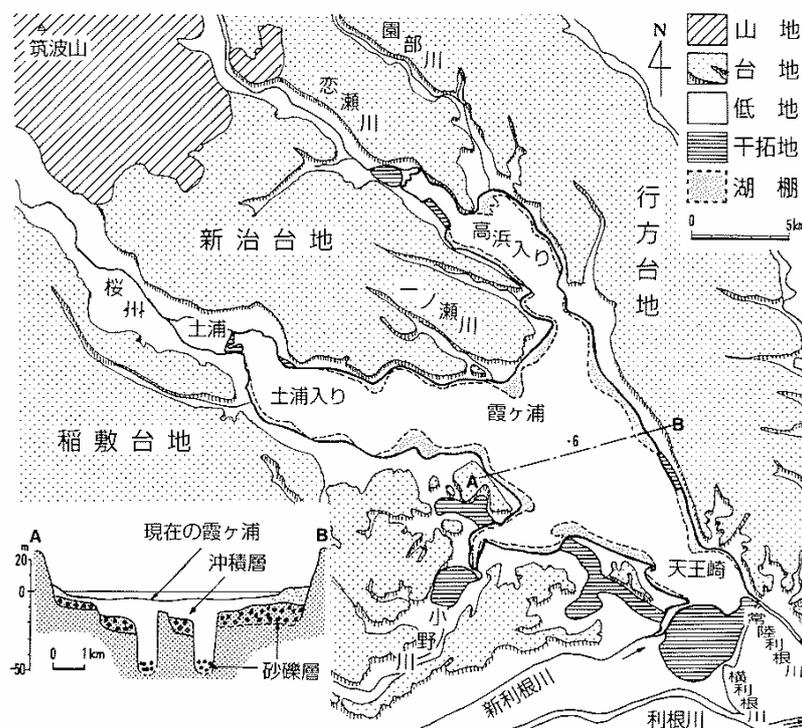


図- 2.1.3.1 霞ヶ浦の地形⁴⁾

2.1.4 流域の気象

霞ヶ浦流域の気候は、東日本型に属し、冬には「筑波おろし」と呼ばれる北西の季節風が強く、晴天の日が続き降雨量が少なく、夏には南東の季節風が卓越して降水量も多いのが特徴である。

流域内の気象観測地点である土浦地点の1979年～2000年の日平均気温について、平均値と最高値、最低値を図-2.1.4.1に示す。年の平均気温は14℃程度で、1年を通して4℃～25℃の範囲で推移している。

次に、月降水量の1979年～2000年の平均値を図-2.1.4.2に示す。秋雨・台風シーズンである9月が最も多く160mm/月となっており、次いで梅雨時期の6月となっている。逆に、冬季の12月、1月では月降水量が40mm未満と非常に少なくなっている。また、1979年～2003年の年降水量を図-2.1.4.3に示す。降水量が少ない年では年間800mm未満であるのに対し、多い年では年間1,600mmを越える場合があり、年による変動が大きいことが分かる。

なお、霞ヶ浦流域は、全国平均に比べると少雨の地域に属し、年間平均降水量は、全国平均が約1,800mmであるのに対して1,200mm程度である。

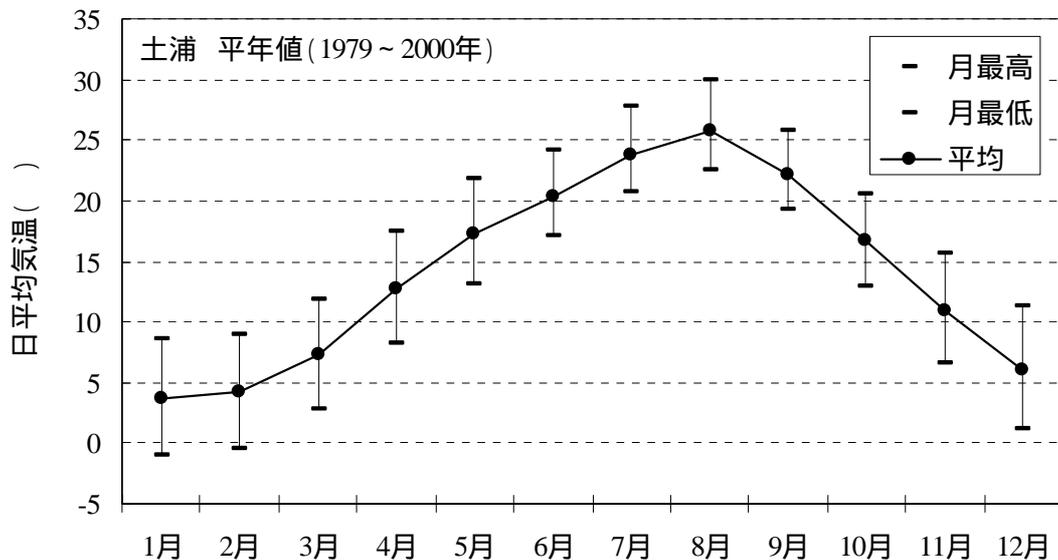


図-2.1.4.1 霞ヶ浦流域の気温(土浦 平年値)⁵⁾

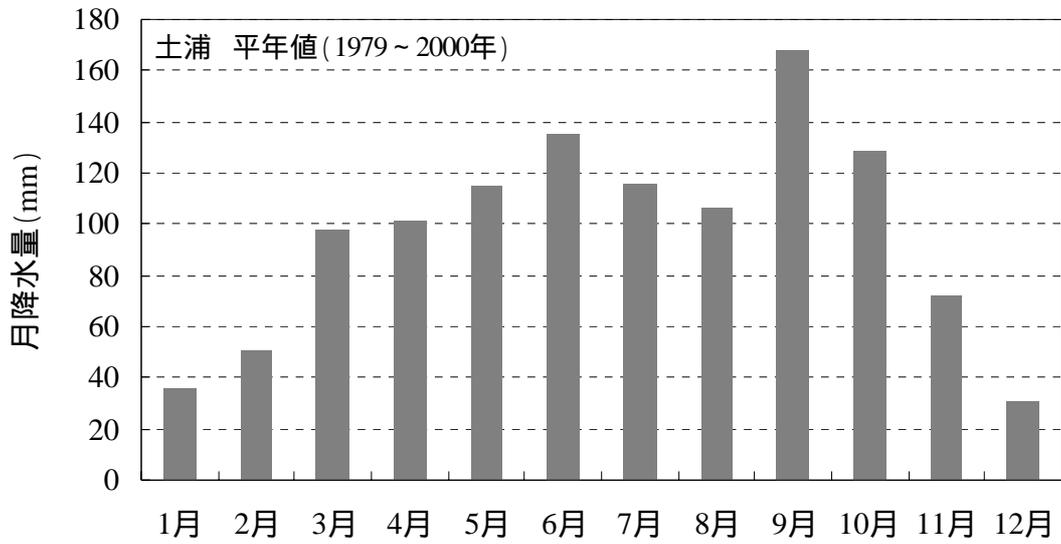


図- 2.1.4.2 霞ヶ浦流域の降水量(土浦 平年値)⁵⁾

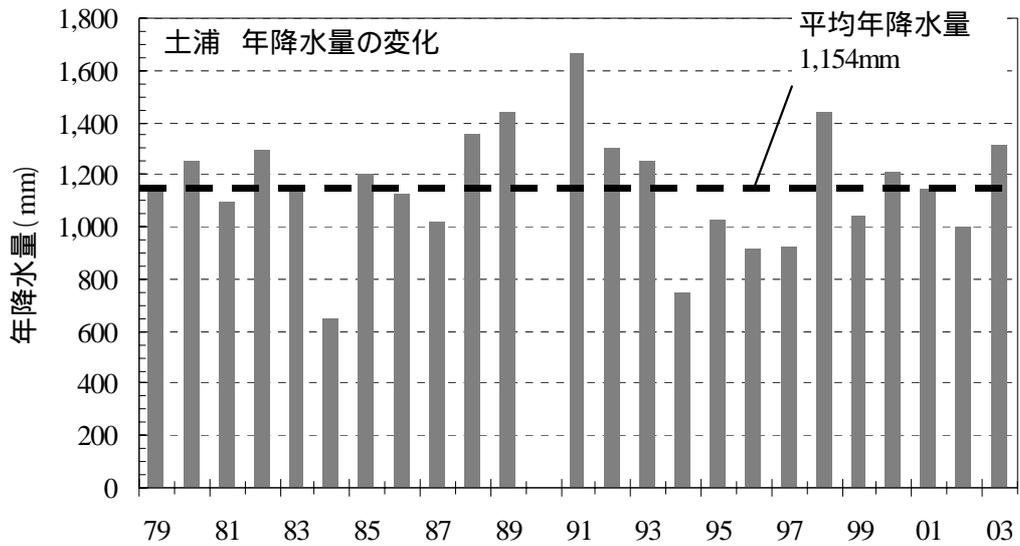


図- 2.1.4.3 年降水量の変化⁵⁾

2.1.5 流域の流入河川

(1) 流入河川の概況

霞ヶ浦に流入する河川は、大小含め 56 河川あり、そのうち 1 級河川が 24 河川を占める。最大流域面積で最大河川長の桜川をはじめ恋瀬川や新利根川、北浦の流入河川である巴川、銚田川などがある。

流域内に山地を有する河川は、筑波山系の西麓と東麓を流れる桜川と恋瀬川にほぼ限定される。これらの支川の一部が少し高い河床勾配を有する程度で、他は平地河川となっている。平坦な地形特性から、地下への浸透量が多く、河川への流出率は 40～50%と低いのが特徴である。したがって、農業用水として地下水や河川水のポンプ揚水による用水網がはりめぐらされている所が多い。

西浦流域では、土浦市、石岡市、筑波研究学園都市など多くの流域人口をかかえる市街地を流下する小河川が多い。これら市街地河川では、他の流域から導水される上水や工業用水等の排水を受け、自流域に不透水地表面を多くもつため、100%を越える流出率となっており、生活排水負荷の高い河川となっている。



図- 2.1.5.1 霞ヶ浦の流入河川

表- 2.1.5.1 霞ヶ浦流入河川の概況

水域	No	河川等名	流入部市町村	河川の種類(河川法)	河川延長(km)	流域面積(km ²)
霞ヶ浦 西浦	1	新利根川	東町	1級河川	33.02	184.0
	2	小野川	桜川村	1級河川	36.45	175.7
	3	高橋川	江戸崎	-		15.8
	4	余郷入承水路	美浦村	-		9.7
	5	大塚川		-		
	6	大須賀津排水路		-		
	7	清明川		1級河川	10.10	25.5
	8	花室川	阿見町	1級河川	10.60	38.8
	9	備前川	土浦市	1級河川	3.8	4.1
	10	桜川		1級河川	63.41	350.3
	11	新川		1級河川	2.40	15.6
	12	境川		1級河川	1.52	19.9
	13	田村川	霞ヶ浦町	-		6.7
	14	川尻川		-		15.0
	15	一の瀬川		1級河川	5.20	29.4
	16	菱木川	石岡市	1級河川	6.60	23.7
	17	恋瀬川		1級河川	27.85	212.6
	18	山王川	石岡市	-		12.3
	19	中台用排水路	玉里村	-		
	20	園部川	小川町	1級河川	16.07	79.3
	21	鎌田川		-		
	22	梶無川	玉造町	1級河川	7.00	30.7
	23	萩根川		-		
	24	手賀川		-		5.2
	25	新田川		-		2.7
	26	船子川	麻生町	-		11.8
	27	大川		-		6.8
	28	城下川		1級河川	3.16	7.4
	29	麻生前川		-		4.0
30	乙堀川	-				
北浦	31	雁通川	北浦町	1級河川	1.90	8.2
	32	蔵川		1級河川	2.70	16.1
	33	大円寺川	北浦町	-		
	34	山田川		1級河川	4.50	19.9
	35	武田川		1級河川	5.00	19.7
	36	長野江川	鉾田町	-		
	37	巴川		1級河川	32.09	131.8
	38	鉾田川		1級河川	7.20	52.7
	39	田中川		-		
	40	二重作第二排水路	大洋村	-		4.7
	41	二重作大排水路		-		8.9
	42	境川		-		4.5
	43	大洋川		-		3.4
	44	白鳥川		-		5.5
	45	上幡木志崎境川	鹿嶋市	-		
	46	沼里川		-		
	47	石川		-		
	48	居合排水路		-		7.7
	49	中里川		-		8.1
	50	水神川		-		5.9
	51	流川	鹿嶋市	-		3.6
52	堀割川	-				
53	夜越川	牛堀町		1級河川	2.30	16.4
54	前川	潮来町		1級河川	3.06	11.7
55	横利根川	東町		1級河川	6.20	6.5
56	与田浦川	潮来町	1級河川		30.1	
常陸利根川		56 河川		24 河川		

(2) 河川流量・水質

霞ヶ浦流域では、多くの流入河川において河川流量および河川水質の調査が定期的に継続して行われている。ここでは、主要な河川での流量・水質の観測地点について、河川流量および河川水質を整理する。

1) 河川流量

主要河川の流出特性（年間流出率）を表- 2.1.5.2に示す。

全河川で流出率の平均は約 0.5 程度となっている。

河川によって流出率の傾向が異なっている。上流域に山地を抱える桜川、恋瀬川では 0.6 ~ 0.7 と高い傾向にある。また、台地部が多い小野川、巴川では 0.4 ~ 0.5 と、桜川、恋瀬川に比べ低い傾向にある。

表- 2.1.5.2 主要河川流出特性（年間流出率）

項目	年	小野川	清明川	桜川	恋瀬川	銚田川	園部川	巴川
降雨量 億m ³	1999年	1.90	0.25	3.95	2.49	0.68	1.02	1.57
	2000年	1.55	0.29	4.20	2.79	0.77	1.14	1.69
	2001年	2.06	0.27	4.38	2.78	0.80	1.08	1.81
	2002年	1.79	0.25	3.64	2.36	0.70	0.94	1.46
	2003年	2.37	0.31	4.43	3.07	0.89	1.14	1.79
流出量 億m ³	1999年	0.80	0.19	2.89	1.68	0.38	0.37	0.73
	2000年	0.80	0.20	2.60	1.56	0.55	0.54	0.30
	2001年	0.75	0.20	2.60	1.55	0.39	0.55	0.91
	2002年	0.70	0.15	1.96	1.49	0.27	0.40	0.81
	2003年	1.19	0.23	2.72	2.05	0.37	0.55	1.03
流出率	1999年	0.42	0.76	0.73	0.67	0.56	0.36	0.46
	2000年	0.52	0.69	0.62	0.56	0.71	0.47	0.18
	2001年	0.36	0.74	0.59	0.56	0.49	0.51	0.50
	2002年	0.39	0.60	0.54	0.63	0.39	0.43	0.55
	2003年	0.50	0.74	0.61	0.67	0.42	0.48	0.58

降雨量：アメダスデータを GIS-DB（参考資料 2）にあるティーセン分割により分配し、各流域の降雨量を算出した。

流出量：霞ヶ浦事務所所有の H-Q 式から各河川の流量を算出した。なお、異常値と判断できるデータは除いている。

2) 河川水質

a) 水質の変化

主要河川の水質変化を図- 2.1.5.2に示す。COD については、春～夏に高く、T-N については秋に高くなるなどの季節変化が見られる。T-P については、園部川で最も変動が大きくなっているが、他の河川では明確な季節変化等はなく、年間を通してほぼ一定である。

また、7 河川のうち、園部川、銚田川で水質値が高く、桜川、恋瀬川で比較的水質値が低い傾向にある。

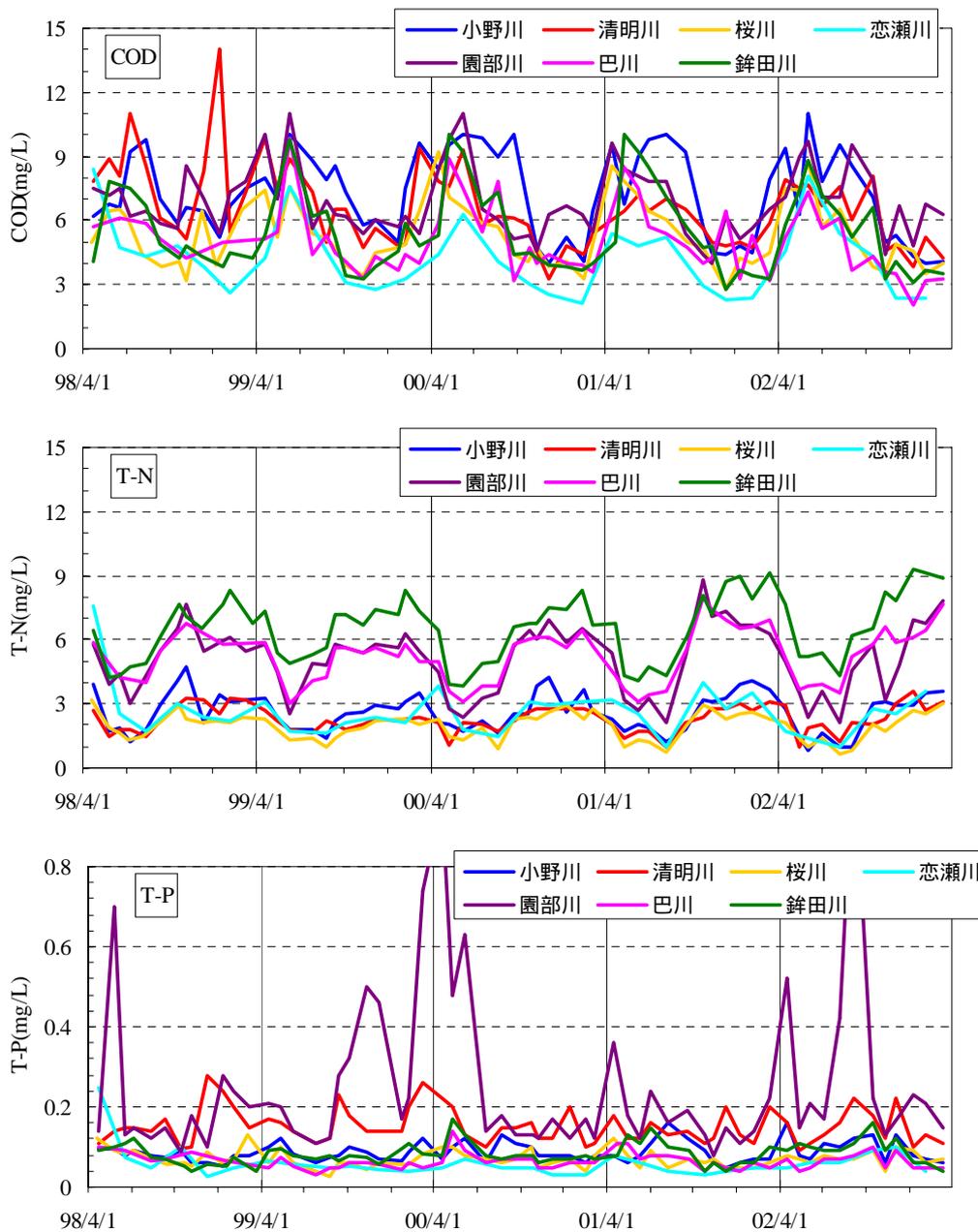


図- 2.1.5.2 主要河川水質の変化 (1998 ~ 2002 年度)
(公共用水域水質測定結果より)

b) 流出特性

主要河川での流量 - 負荷量式を図- 2.1.5.3に示す。

図から、清明川、園部川でL-Q式の回帰線が負荷量の高い方に位置しており、桜川、恋瀬川より汚濁度が大きい。

また、COD、T-Pについては、回帰式のべき乗数が1より大きいことから、COD、T-Pは、降雨等による流量の増加とともに濃度が上昇し、負荷がより大きくなる。T-Nについては、回帰式のべき乗数が1に近いことから、降雨時等で流量が変動してもT-N濃度の変化は小さい。

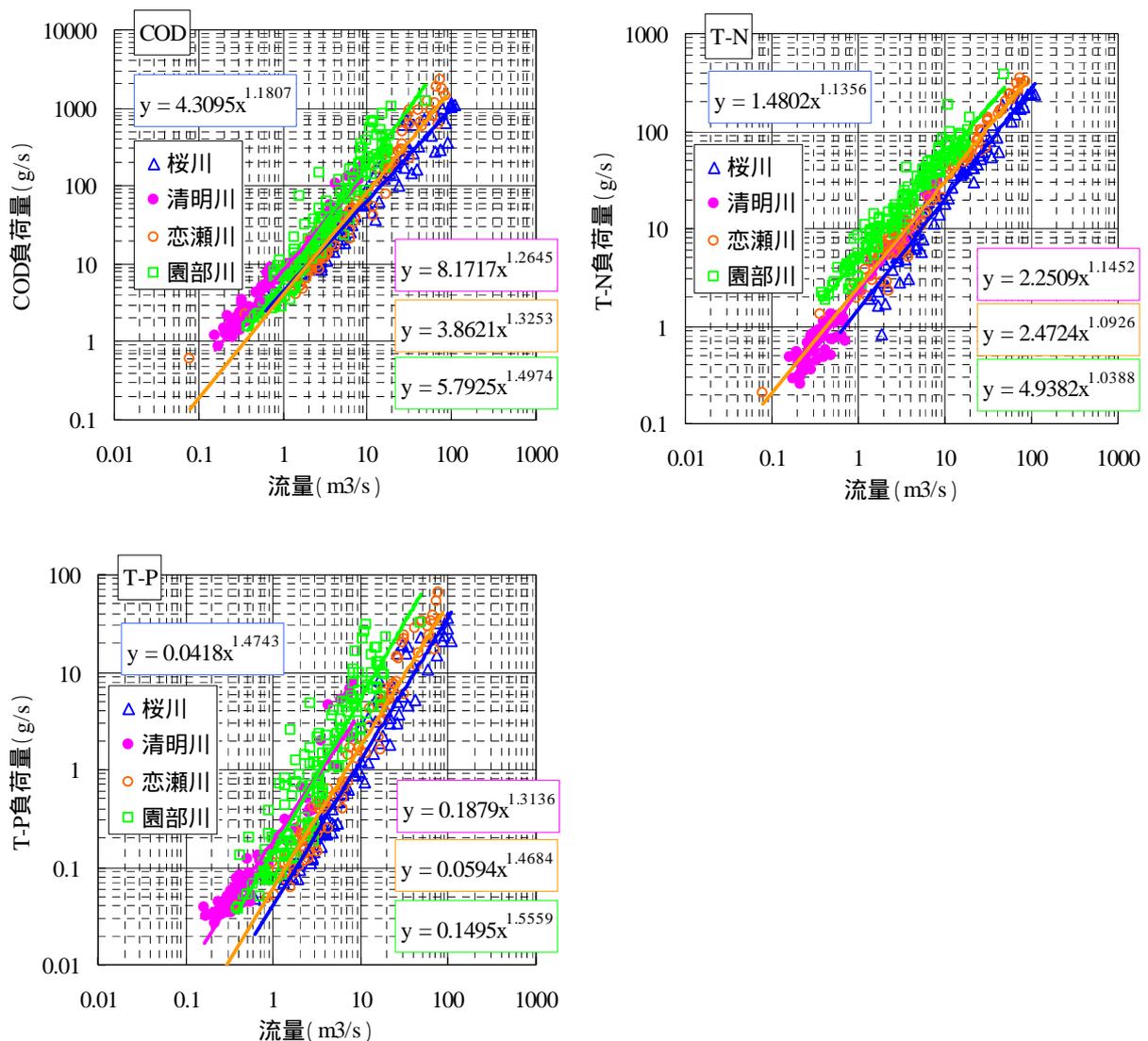


図- 2.1.5.3 主要河川の流量 - 負荷量式 (L-Q 式)
(霞ヶ浦河川事務所 H-Q 式、公共用水域水質測定結果より)

2.2 霞ヶ浦水質の概要と水環境に関わる課題

2.2.1 霞ヶ浦における水環境の課題

霞ヶ浦は、湖面積に比べて水深が浅く、また湖水の滞留日数が長い(約 200 日)など、その自然・水理条件から水質が汚濁しやすい湖である。また、流域の大部分が市街地や農地などに利用されており、そこでの生活活動の影響を受け、高濃度の窒素やリンを含んだ河川水の流入により、水質が悪化している⁶⁾。

(1) 霞ヶ浦の水質の変遷

霞ヶ浦では、昭和 30 年代始めまでは概ね良好な水環境が保たれていたが⁷⁾、昭和 40 年代に水質悪化が明確になり、昭和 50 年代半ばに湖心の COD が 10mg/L を超えた。そのため、夏になると植物プランクトン的一种であるアオコの異常発生も見られた。アオコ発生以降、茨城県では、1974 年(昭和 49 年)に全国で最も厳しい事業所に対する排水規制を行うとともに、下水道に窒素・リンの 3 次処理を導入するなど、富栄養化対策に取り組んでいる⁸⁾。昭和 60 年 12 月には、湖沼水質保全特別措置法に基づく指定湖沼に指定され、3 期 15 年間にわたって湖沼水質保全計画が策定されてきた。現在も、第 4 期湖沼水質保全計画(平成 13~17 年度)⁹⁾に基づき、流域および、湖沼内における各種の水質保全対策が行われているが、昭和 60 年代以降、目立った水質の改善は全体的には見られておらず、COD、T-N は横這いで、T-P は増加傾向にある(図- 2.2.1.1)¹⁰⁾。

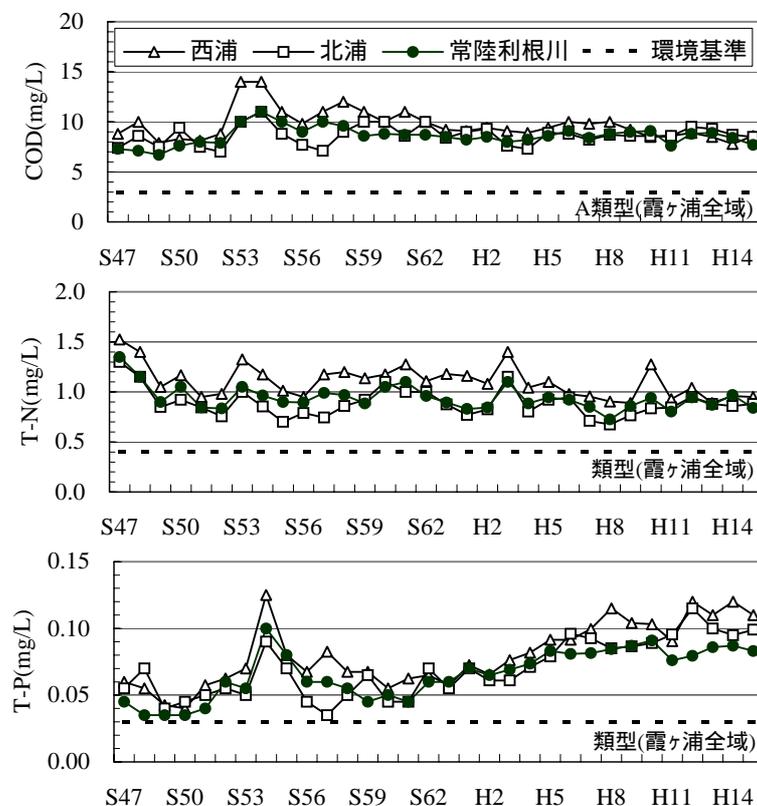


図- 2.2.1.1 霞ヶ浦の水質経年変化(COD(75%値)、T-N、T-P(年平均値))¹⁰⁾

(2) 霞ヶ浦の汚濁要因⁶⁾

霞ヶ浦の汚濁要因は、図- 2.2.1.2 に示す通り、外部要因と内部要因に大きく二分することができる。霞ヶ浦流域における、外部要因の特性としては、養豚やハス田及びコイ養殖等があげられる。これらの外部要因は、自然汚濁と人為汚濁に分けることができ、現況(平成 12 年度)の霞ヶ浦における内訳を発生ベースで見ると図- 2.2.1.3 に示す通りである。COD、T-N については面源系の負荷が最も大きく、次いで生活系、畜産系の順となっており、T-P については、生活系の負荷が最も大きく、次いで面源系、水産系の順となっている。また、内部要因は、底泥からの溶出負荷とそれをもとにした内部生産(プランクトンの増殖)からなる。

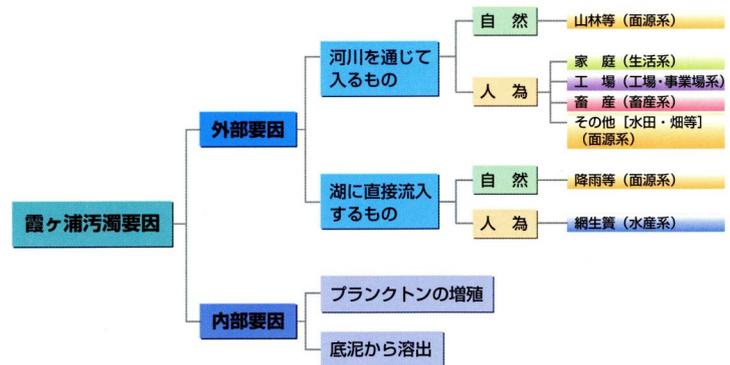


図- 2.2.1.2 霞ヶ浦の汚濁要因の分類⁶⁾

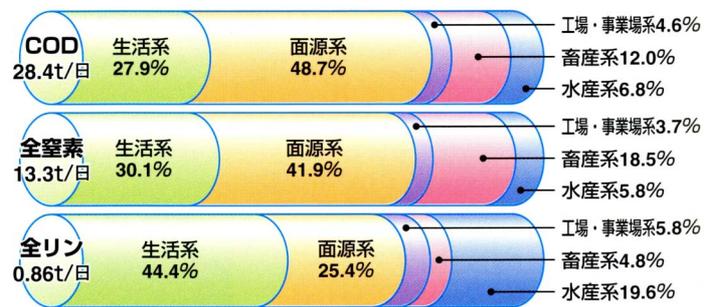


図- 2.2.1.3 COD、窒素、リンの一日の排出負荷量(平成 12 年度現在)⁶⁾

さらに、湖内負荷量は図- 2.2.1.4 に示す通りとなっており、COD と T-P では溶出負荷量が流入負荷量を上回り、全体の負荷量の半分以上を占めているのに対して、T-N では、その関係が逆転し、流入負荷量が負荷量全体の半分以上を占めている。

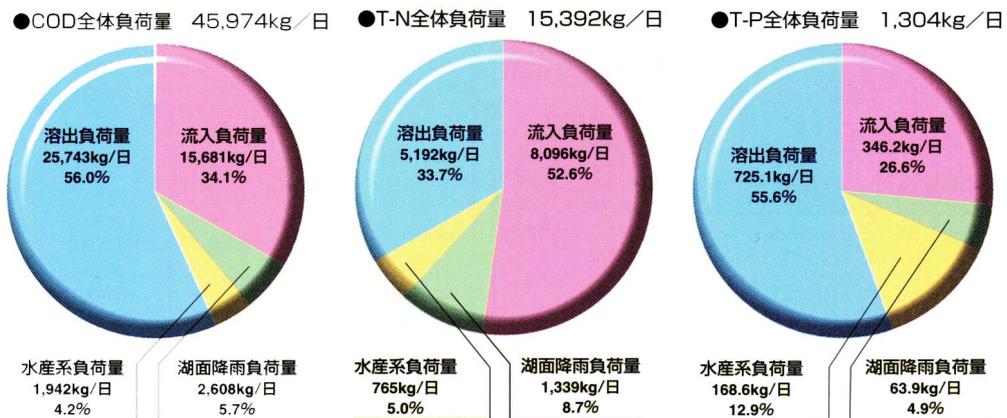


図- 2.2.1.4 COD、窒素、リンの湖内負荷量(平成 12 年度現在)⁶⁾

(3) 水質汚濁による水質障害

霞ヶ浦の水は、古くから様々な形で利用され、周辺住民の生活に無くてはならないものであった。現在も、表- 2.2.1.1に示すように、水道用水、工業用水、農業用水などとして最大 126.98m³/秒の湖水が利用されている。

霞ヶ浦などの湖沼は、大量の水を確保するには適しているが、富栄養化による水質悪化に注意する必要がある。

霞ヶ浦では、1965年頃から富栄養化の進行により、アオコの発生が見られるようになった。特に1973年の大発生では、湖内で養殖しているコイが酸素の欠乏により1,300t以上と大量にへい死するなど、大きな被害をもたらした。また、アオコの発生とカビ臭によって、異臭味障害や凝集障害、濾過閉塞等の利水被害もたびたび発生しており、その都度対策として浄水場で使用する粒状活性炭の再生までの期間の短縮や生物処理施設の稼働を行った。また、1986年以降は、植物プランクトン組成の変化により、アオコは高浜入り・土浦入りなどごく限られた水域にしか発生しなくなったが、霞ヶ浦水道のカビ臭による被害は毎年のように発生している¹¹⁾。

表- 2.2.1.1 霞ヶ浦における水利用の状況⁶⁾

事 項		最大取水量 (m ³ /s)
農業用水	慣行	3.96
	許可	106.61
上水道用水	慣行	3.21
工業用水	慣行	12.24
雑用水	慣行	0.96
合 計		126.98

(平成15年3月31日現在)

2.2.2 底泥の堆積

霞ヶ浦沖合部には、過去数万年にわたる流入土砂等が堆積しており、その上に約200年前の浅間噴火による火山灰が堆積している。さらにその上には、最近沈殿した底泥が平均0.3mの厚さで堆積している¹²⁾。これらの底泥から溶出する負荷量は窒素で3割以上、リンでは5割以上を占めるといわれており⁶⁾、霞ヶ浦の水質に大きな影響を与えている。

一般に、湖沼の堆積速度は年間1～数mm程度と言われているが、最近の霞ヶ浦における堆積速度は年に数mmから10mmの割合であると推定されている¹²⁾。

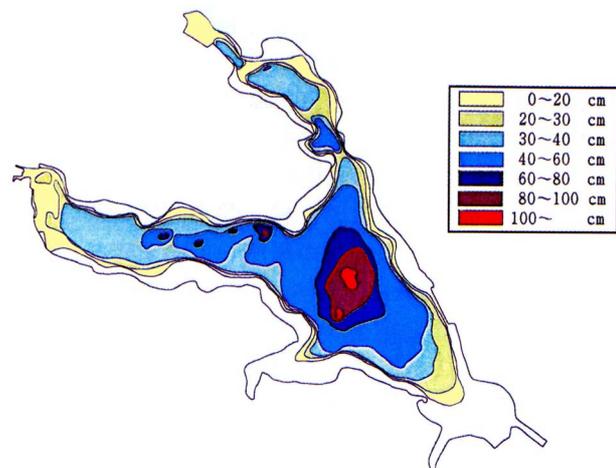


図- 2.2.2.1 底泥厚の分布状況¹²⁾

2.2.3 湖岸植生の変化

明治前期から現在までの湖岸線の植生帯分布の変遷を図- 2.2.3.1～図- 2.2.3.3に示す¹³⁾。明治前期には、主にヨシ原から構成される植生帯が合計で 36km² にも及んでいた。昭和 35 年当時の植生帯は 14km² と推定されるので、単純な比較でも約 2.6 倍の広さとなる。また、36km² は迅速図のなかで明らかにヨシ原として図示されている部分であり、沖合いに向けての浮葉植物、沈水植物はこれらの面積に含まれていないので、実際の水生植物の面積は広大な範囲を占めていたものと考えられる。現在では、植生帯の多くは消失し、現存量は約 12.8ha(0.128km²)と考えられている。

このように、霞ヶ浦の湖岸植生帯が消失した理由としては、湖の富栄養化によるアオコの発生によって日光が遮られることで沈水植物が消滅したこと、水資源開発に伴って実施された護岸工事そのものによるヨシ原の消滅や、堤防からの返し波や湖流の変化による影響などが考えられる。また、水資源開発に伴って行われた水位制御によって冬期の水位が上昇したことで、ヨシの発芽が阻害されているともいわれている¹⁴⁾。これらの湖岸植生帯は、自然景観を構成する重要な要素であるとともに、魚類や鳥類など様々な生き物を育成する場でもあり、その消失は生物の多様性を貧弱にしたり、漁獲の減少にもつながる。さらに、湖岸植生帯がもつ水質浄化機能が喪失されることにより、さらなる水質悪化にもつながることになる。

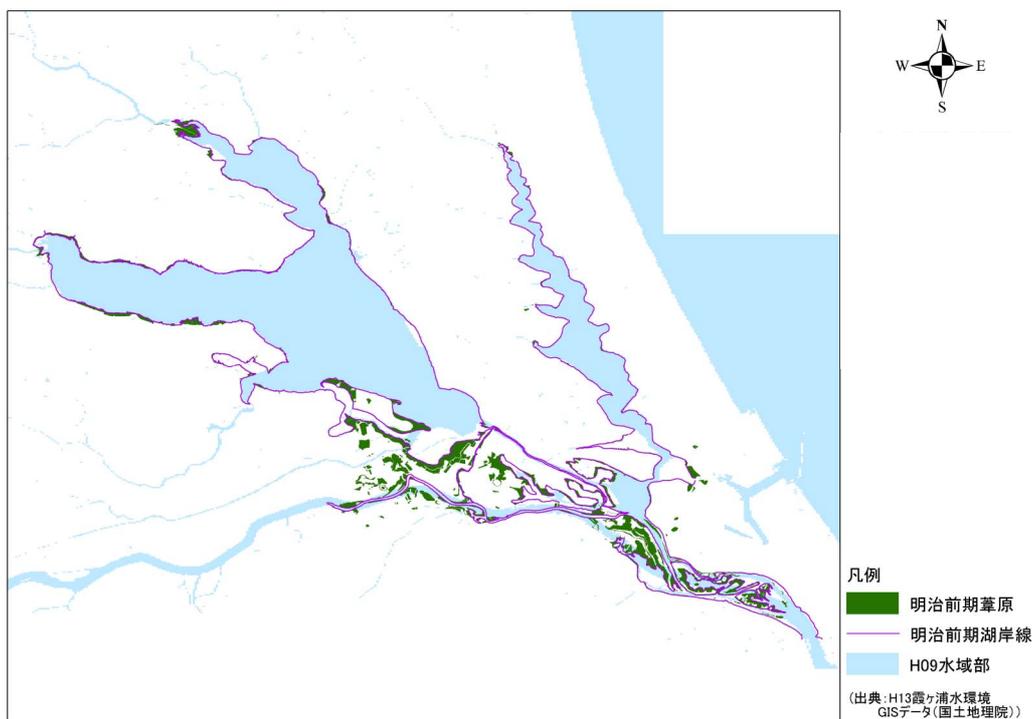


図- 2.2.3.1 明治前期の葦原の分布の様子¹³⁾

迅速図において明らかにヨシ原として分かる部分のみを図示しており、沈水植物や浮葉植物については示されていない。

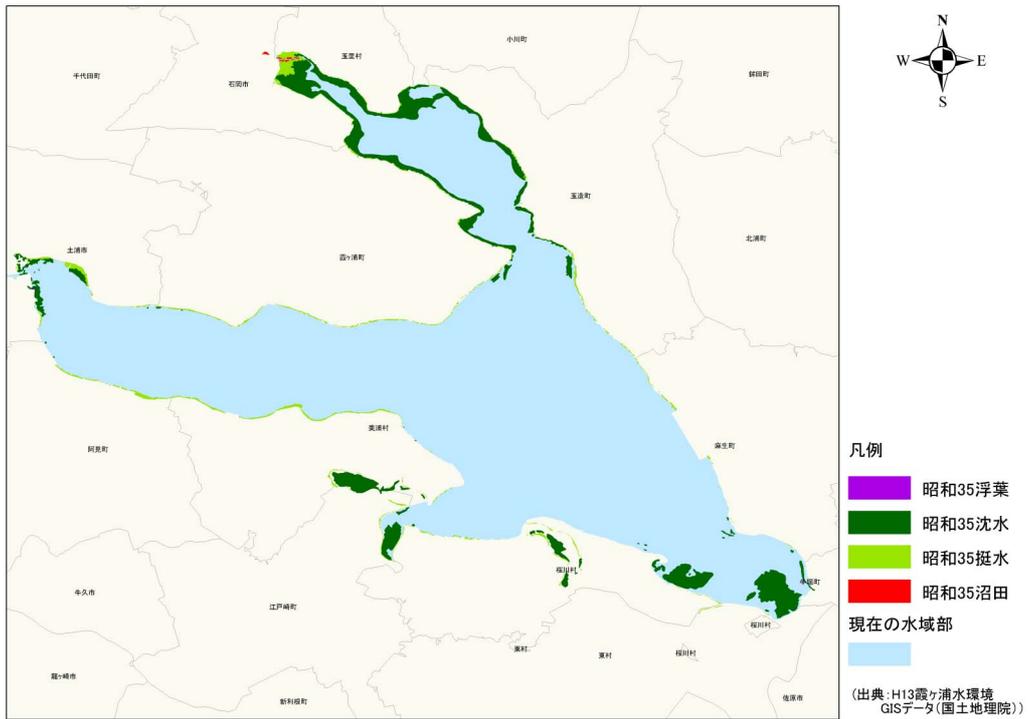


図- 2.2.3.2 昭和 35 年当時の植生分布¹³⁾

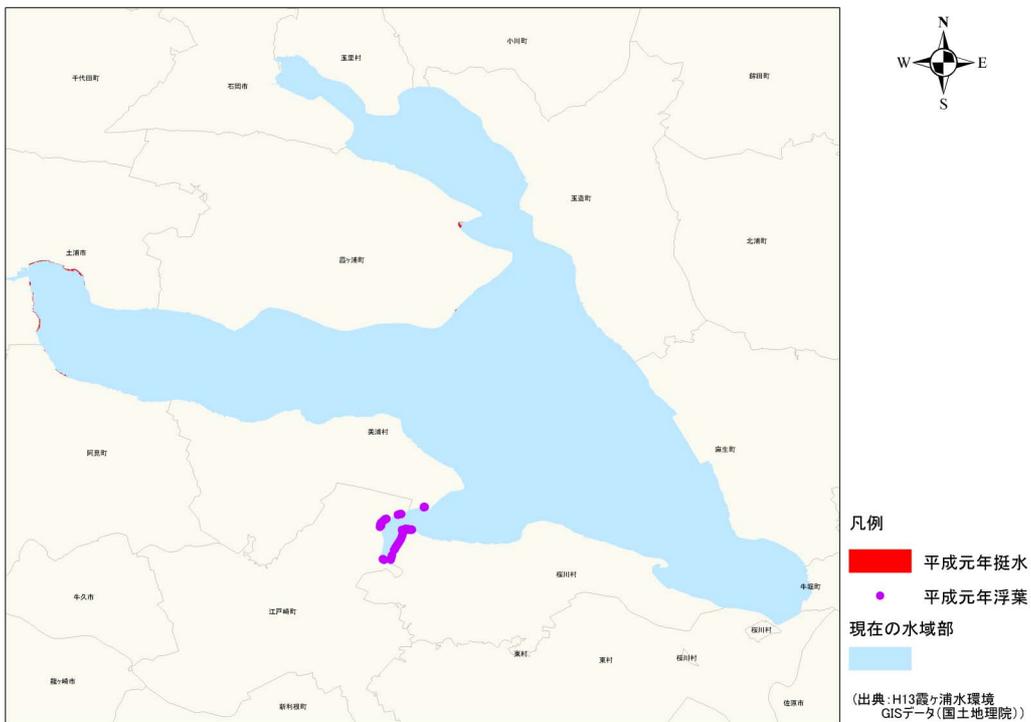


図- 2.2.3.3 平成元年の植生分布¹³⁾

2.2.4 新たな問題

従来からの問題の他に、近年では、COD の季節変動の喪失や湖水の白濁化といった新たな問題も発生している^{14)、15)}。

かつて、霞ヶ浦の植物プランクトンは夏季に異常増殖するミクロキスティスという藍藻類が優占していたが、最近では年間を通じて増殖するオシラトリアやフォルミディウムといった種が優占するようになった。これにより、夏季の爆発的なアオコの増殖と緑色化、悪臭の発生はなくなったものの、冬季においても COD 濃度が高く、透明度も悪くなっている¹⁴⁾。さらに、懸濁態ではない溶存態の COD が増加し、その割合が 50%を超えることも起きるようになったことで、植物プランクトンの増殖と関わりのない有機物が大量に存在するようになり、COD の季節変動が喪失される原因の一つとなっている。溶存態の COD 増加については、霞ヶ浦だけではなく、琵琶湖や印旛沼などでも見られている。これは、従来の富栄養化対策を大きく変える可能性もあり、早急な対策が必要である¹⁴⁾。

また、最近では、湖面が白く濁る現象(白濁化)が見られるようになった。茨城県の調査結果によると、その原因は植物プランクトンではなく、粘土のような無機質な物質である。これについても原因は特定できておらず、白濁化による透明度の減少等の問題も考えられることから、早急な解明が必要である¹⁴⁾。

2章 参考文献

- 1) 霞ヶ浦水質浄化プロジェクト：霞ヶ浦関係資料 - 1.霞ヶ浦の概要 - 霞ヶ浦、洄沼、牛久沼，http://www.i-step.org/kasumi/data/3/3_1.htm
- 2) 茨城県統計課：茨城の人口
- 3) 茨城県下水道課資料
- 4) 霞ヶ浦研究会：ひとと湖のかかわり - 霞ヶ浦 - ，1994.
- 5) 気象庁 HP：気象統計情報 - 気象観測（電子閲覧室） - 地点ごとのデータ（昨日まで），
<http://www.data.kishou.go.jp/etrn/index.html>
- 6) 国土交通省霞ヶ浦河川事務所：事業のあらまし，2003.
- 7) 水資源開発公団霞ヶ浦開発事業建設部：霞ヶ浦開発事業誌，pp73-74，1996.
- 8) 柴沼弘道茨城県議会議員発表資料：霞ヶ浦の富栄養化対策の現状と課題について，2003.
<http://www.pref.shiga.jp/gikai/welcome/kosyoukaigi/report-pdf/jireiibaragi1.pdf>
- 9) 茨城県生活環境部霞ヶ浦対策課：第 4 期の霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画策定関係資料集，2004.
- 10) 茨城県霞ヶ浦環境科学センターHP：霞ヶ浦・洄沼・牛久沼の概要と浄化施設 - 霞ヶ浦 - 水質状況，<http://www.kasumigaura.pref.ibaraki.jp/index.cfm/8.0.14.12.html>
- 11) 茨城県科学技術振興財団：霞ヶ浦水質浄化プロジェクト HP，霞ヶ浦関係資料
<http://www.i-step.org/kasumi/data/index.htm>
- 12) 茨城県生活環境部霞ヶ浦対策課：霞ヶ浦学入門，pp85，138，2001.
- 13) 国土地理院：H13 霞ヶ浦水環境 GIS データ，2001.
- 14) 田淵俊雄：湖の水質保全を考える 霞ヶ浦からの発信，2005.
- 15) 関智弥・福島武彦・今井章雄・松重一夫：霞ヶ浦における濁度上昇要因，第 39 回 日本水環境学会年会講演集，pp466，2005.